BIBLIOTECA DE LA CIENCIA MODERNA

# INTERPRETACIONES CONJETURALES

SOBRE ALGUNOS PUNTOS DE

# HISTO-FISIOLOGÍA NEUROLÓGICA

POR

S. RAMÓN CAJAL

Profesor de Histología en la Facultad de Medicina de Madrid (1)

*(25 de Noviembre de 1896)*

De todas las secciones de la Anatomía, ninguna ha recibido en el último decenio mayor impulso que la relativa á la estructura de los centros nerviosos. Esto explica el gran movimiento bibliográfico actual, y la excelente acogida que han merecido del público aquellos libros que, como los de van Gehuchten, von Kölliker, Edinger, Dejerine, Obersteiner y von Lenhossek, encierran los recientes y transcendentales progresos realizados en la anatomía microscópica del sistema nervioso.

Como ocurre en todas las ciencias de observación, la Anatomía ha debido sus recientes con-

(1) Este opúsculo contiene ciertas ideas nuevas, tomadas del *Prólogo* escrito por el autor para el tratado de *Anatomía normal de la medula espinal*, publicado recientemente por el Profesor P. L. Peláez.

quistas á la aplicación de nuevos métodos de estudio. El método embrionario de Flechsig, combinado con el de la coloración de la mielina de Weigert; el de las degeneraciones, imaginado por Waller y Türck, y el de las atrofias secundarias ideado por Gudden; los procedimientos de coloración selectiva de las células nerviosas descubiertos por Ehrlich y Golgi, han permitido atacar á fondo la cuestión de la marcha de las vías ó manojos de conducción especial de la substancia blanca, así como esclarecer el origen y terminación de las fibras nerviosas y el modo de conexión de los corpúsculos ganglionares.

A la teoría de las redes de Gerlach y de Golgi basadas, no en observaciones precisas, sino en prejuicios fisiológicos, ha sucedido la doctrina de los contactos y la de la independencia morfológica de las células, es decir, de las *neuronas*, para servirnos de la atinada expresión de Waldeyer. Á la claridad proyectada por los nuevos hechos, la arborización protoplásmica, cuya misión había parecido accesoria y ajena á la transmisión, ha conquistado capital importancia, pues se ha demostrado que representa un anillo obligado en la cadena de la conducción, en la que interviene recogiendo la conmoción nerviosa que dirige al cuerpo celular, desde donde, por el camino del cilindro-eje ó expansión funcional, deriva á otras neuronas ó corpúsculos extracentrales.

El éxito de las nuevas ideas ha sido grande y ha sorprendido á cuantos ignoraban el rigor y la cautela con que fueron observados é interpretados los hechos que les sirven de base, y á cuantos desconocían la extraordinaria claridad de las coloraciones logradas en los centros con las impregnaciones metálicas de Golgi. Tan terminantes son las imágenes que se obtienen, que ni consienten comparación con las revelaciones de método alguno, ni tienen precedentes en la técnica micrográfica.

Largo es el camino andado desde 1888. Á los recelos han sucedido las confianzas, á las reservas los entusiasmos. El nuevo concepto de la estructura de los centros nerviosos ha sido acogido por histólogos tan ilustres como von Kölliker, His, Waldeyer, Retzius, Duval, Lenhossek, van Gehuchten, Obersteiner. Los fisiólogos comienzan á utilizar los nuevos hechos para la explicación del acto reflejo y de los múltiples problemas de la asociación; los patólogos los ponen á contribución para interpretar los síntomas y lesiones de atrofias y degeneraciones; y hasta los psicólogos toman nota de las recientes adquisiciones á fin de esclarecer el mecanismo de los actos psíquicos.

Grande ha sido la obra realizada, pero es todavía mayor la que se halla por ejecutar. Cada problema resuelto plantea nuevos y más hondos problemas, y los hechos descubiertos, lejos de cerrar

el horizonte científico, hanlo dilatado en todas direcciones.

Aun contrayéndonos á puntos meramente fisiológicos, es decir, á la significación de las estructuras recientemente esclarecidas, ¡cuántas incógnitas todavía por despejar!

¿Qué significación otorgaremos á las células de Golgi ó de cilindro-eje corto? Puesto que el método de Nissl pone de manifiesto una diferencia estructural entre el cuerpo y arranque de las espansiones protoplásmicas, de un lado, y los finos apéndices dendríticos de otro, ¿esto no implica acaso un contraste ó diferenciación de propiedades fisiológicas? Las conexiones de las colaterales de la substancia gris, ¿son las mismas que las mantenidas por las colaterales de la substancia blanca? La corriente que camina por el cilindroeje, ¿se difunde, cuando es débil, por las primeras colaterales, ó se encauza por el conductor principal hasta la arborización terminal? Y remontando la mirada á más altos problemas, ¿por qué las células de la médula espinal, las cuales poseen substancialmente la misma composición química y morfológica que las de la corteza cerebral, dan actos reflejos, mientras estas últimas elaboran ideas y voliciones? La idea, es decir, la imagen sensorial transformada, ¿radica en una ó en un grupo subordinado de células? El supremo fenómeno de la conciencia, ¿tiene por *substratum* to-

das las células cerebrales, ó exclusivamente las llamadas de asociación?

Expongamos algo sobre estos problemas urgentes é interesantes, los cuales, faltos de métodos adecuados, sólo podemos interpretar por meras conjeturas.

1.° Es para mí sumamente probable, después de algunos hechos recientemente descubiertos en la retina, que las llamadas células de Golgi ó de cilindro-eje corto tienen por misión difundir el movimiento nervioso, recibido por una sola fibra, sobre un considerable número de corpúsculos situados á corta distancia. Vienen á ser como un sistema de conductores divergentes que ampliaran la arborización final del cilindro-eje, del cual reciben la corriente. Sugiérenos esta interpretación el hecho siguiente: Entre las células *amacrinas* de la retina se ven ciertos corpúsculos, que hemos designado *espongioblastos horizontales* ó *de asociación*, y cuyo carácter morfológico principal consiste en presentar un largo cilindro-eje horizontal, descompuesto en extensa y tupida ramificación aplanada, que establece relación de contacto con los tallos de un gran número de espongioblastos ordinarios. Ahora bien; precisamente en torno del cuerpo de dichos espongioblastos horizontales ó nerviosos acaba, por nido pericelular, la arborización libre de aquellas fibras nerviosas centrífugas descubiertas por nosotros y con-

firmadas por Dogiel; por manera que merced á tales células (que pueden compararse en un todo con las de cilindro-eje corto), la corriente nerviosa llegada de los centros por las fibras centrífugas, puede propagarse á un gran número de amacrinas yacentes á larguísima distancia. Análogo papel parecen desempeñar las células de Golgi del cerebelo, las cuales habitan, como es sabido, en la zona de los granos, sobre la que reparten las ramificaciones de la prolongación funcional. Á favor de las eflorescencias ó ramúsculos terminales, las llamadas fibras musgosas entran en contacto con el cuerpo de los mencionados corpúsculos (las colaterales de las musgosas se relacionan con los granos); y, por consecuencia, el movimiento arribado al cerebelo por tales fibras se quiebra en dos corrientes: una que impregna directamente los granos, y otra que, por el intermedio de las células de Golgi susodichas, se propaga á aquel grupo especial de granos dinámicamente enlazado con las mismas.

Á su vez los granos llevarían el movimiento nervioso, mediante sus cilindros-ejes ascendentes, á un gran número de células de Purkinje. La conmoción crecería, pues, en avalancha, interviniendo sucesivamente un mayor número de neuronas, y acrecentándose acaso la energía de la corriente en razón de la abundancia de corpúsculos interesados en la conducción.

2.° Puesto que el cuerpo de las células nerviosas posee una cualidad positiva, la existencia de grumos cromáticos, y una negativa, la ausencia de espinas, al revés de lo que ocurre con las ramas protoplásmicas finas, que exhiben espinas y no grumos, el simple buen sentido dicta que alguna diferencia de actividad debe separar ambas porciones del protoplasma celular. Si fijándonos en sus conexiones, pasamos revista á las diversas células del cerebro, cerebelo, médula, etc., echaremos de ver que el cuerpo y arranque de las gruesas ramas suele recibir arborizaciones nerviosas pericelulares, es decir, plexos nerviosos tupidos, dispuestos en nido terminal; en tanto que los ramúsculos espinosos establecen contactos solamente con fibras de paso, y, por lo común, perpendicularmente orientadas. En otros términos, la relación establecida por los finos ó espinosos apéndices dendríticos es múltiple, y tiene lugar por cruzamiento sin extensos contactos; mientras que la que se establece por el cuerpo es más individual (cada célula puede recibir una ó dos, rara vez tres arborizaciones terminales), y obedece al principio de la multiplicación de las superficies de influencia. Por otra parte, entre el cuerpo y la arborización pericelular, la intimidad es muy grande, y á menudo se acentúa por la presencia de una materia especial conductriz, especie de placa granulosa que rellenaría los huecos de la ramificación.

Esta circunstancia, unida á la consideración de que jamás se interponen filamentos neuróglicos entre los factores de la articulación somático-nerviosa, parece indicar que la conexión por los cuerpos celulares tiene carácter fijo invariable y está siempre dispuesta para la transmisión de corrientes. En cambio, la conexión por las finas ramas protoplásmicas podría ser de naturaleza variable, ora por la retracción de los numerosos apéndices neuróglicos que tocan en muchos parajes de las citadas ramas, ora, como quieren Duval y Lugaro, por el encogimiento y turgescencia alternativos de los dos factores de la articulación.

3.° Tocante á la significación de las dos especies de colaterales, las de la substancia gris, y las de la substancia blanca, mis opiniones son casi terminantes. Las observaciones efectuadas en casi todas las provincias del sistema nervioso, y preferentemente en las células radiculares de la médula, en el núcleo motor del trigémino, en los corpúsculos de Purkinje, pirámides cerebrales, células mitrales del bulbo olfativo, etc., nos permiten establecer que las colaterales *iniciales,* ó de la substancia gris, se arborizan siempre en torno de células congéneres ó de la misma naturaleza fisiológica. Así, las colaterales de las células de Purkinje llevan su excitación á otras células de Purkinje vecinas; las emanadas de las mitrales

del bulbo olfatorio se conexionan con otras mitrales, etc.

No así las colaterales de la substancia blanca ó *colaterales terminales,* pues éstas establecen relación con elementos de diversa significación y por lo común emplazados á gran distancia. Para no citar sino un ejemplo: recuérdense las fibras de la vía piramidal, las cuales suministran durante su trayecto extracortical colaterales para el cuerpo estriado, la protuberancia y la médula espinal. Á mi modo de ver, las colaterales terminales, ó de la substancia blanca, no son otra cosa que ramas anticipadas de la arborización nerviosa terminal, la cual, dicho sea de pasada, exhibe en muchos nervios sensitivos la misma dirección, delgadez y demás propiedades morfológicas y de conexión, que las genuinas colaterales de la substancia blanca.

En suma; las colaterales iniciales tienen por objeto hacer que participen en la conducción otras células de la misma naturaleza; en tanto que las colaterales terminales y arborizaciones terminales, propiamente dichas, sirven para llevar la conmoción á series de corpúsculos de distinta naturaleza y emplazados por lo común en otros focos de substancia gris.

Prescindimos de otros problemas no menos importantes; pero séanos lícito, sin embargo, tocar uno de los más graves aspectos de la fisiología ner-

viosa. Reducida á sus términos escuetos, esta cuestión puede plantearse así: ¿por qué la célula medular produce movimientos y la célula cerebral elabora ideas? Esta cardinal diferencia no puede atribuirse á la morfología, pues ésta no explica la calidad de la función, sino su complejidad, ó mejor dicho, la multiplicidad de las relaciones dinámicas; tampoco debe subordinarse á la estructura y composición química, pues, hasta hoy, las mismas reacciones y los mismos principios inmediatos han sido hallados en el protoplasma de un corpúsculo motor de la médula que en el de una célula de asociación del cerebro.

A decir verdad, el problema se simplifica mucho adoptando la ingeniosa hipótesis del polizoísmo, imaginada por Durand de Gros y calurosamente acogida por Forel. En armonía con esta hipótesis, cada célula nerviosa, medular ó cerebral, sería susceptible de reflejar, bajo la forma de actividad consciente, una parte de la excitación recibida del mundo exterior El sistema nervioso constaría, pues, de un sinnúmero de conciencias, tantas como células, ó acaso tantas como ganglios ó focos organizados en vista de un acto reflejo especial; habría, por tanto, una ó varias conciencias medulares, otras bulbares, protuberanciales y una cerebral, superior y autócrata de todas las demás. Lo que llamamos el *yo*, ó el sujeto, no sería otra cosa que la conciencia cerebral,

la cual ignora, como exterior que es, el yo consciente de todas la individualidades gangliónicas subordinadas; como éstas ignoran á su vez el contenido de la individualidad superior representada por el ganglio central. Pero el problema fundamental queda todavía en pie. Otorgando una chispa de conciencia á cada ganglio, se llena, en parte, el abismo que media entre la función consciente del cerebro y la automática de la médula; pero esto no da cuenta todavía del por qué la célula cerebral elabora ideas y la medular refleja incitaciones motrices.

Menester es buscar, en nuestro sentir, la razón de este contraste dinámico en las distintas relaciones sensoriales de cada foco gangliónico. Mediante los sentidos del oído y vista, el ganglio cerebral recibe del mundo exterior, no informes solicitaciones motrices, sino verdaderas imágenes ó copias de la realidad. El filtro delicadísimo del órgano de Corti, así como el de los bastoncitos y conos de la retina, ha operado en el complexus de movimientos recibidos del ambiente una verdadera selección de ondulaciones, organizadas según relaciones de espacio y tiempo, y proyectadas en haz sobre la corteza cerebral. No necesita, pues, el cerebro crear imágenes: se las dan hechas y completamente organizadas los órganos de los sentidos, gracias á la maravillosa arquitectura de éstos. El papel de la célula psí-

quica viene á ser, por tanto, elaborar, combinar y reproducir las representaciones arribadas por el olfato, el ojo y el oído. Y la representación consciente es tanto más neta cuanto más correcta resulta, en cuanto imagen, la impresión sensorial (compárense las ideas olfativas con las visuales).

En cuanto á la célula simpática y medular, las condiciones de su dinamismo son bien distintas. Á favor de filetes sensitivos, probablemente tactiles y térmicos, dichas células no alcanzan del mundo exterior sino impresiones vagas, inciertas, sin relaciones precisas de extensión y de forma; las elaboraciones ó representaciones conscientes de la médula serán, por consiguiente, obscuras, indeterminadas, buenas tan sólo para provocar reacciones motrices. El corpúsculo medular debe, en consecuencia, reflejar y conservar á guisa de recuerdos, no verdaderas ideas, sino impresiones brutas de contactos y claves de movimientos reaccionales.

En una palabra: la morfología y composición química de una célula, con ser tan importantes para la forma y complejidad del trabajo psíquico, no determinan la jerarquía de éste, que depende principalmente de la naturaleza de la excitación recibida del mundo exterior. Es para mí verosímil que si el ganglio cerebroideo de los invertebrados pudo alcanzar sucesivamente el dominio y gobier-

ño de todos los demás ganglios, así como una organización de cada vez más complicada, ello debióse al privilegio de representar la estación terminal del nervio óptico, y de recibir por ende una *materia prima de sensación,* enormemente superior como calidad y cantidad á la recolectada por los ganglios esofágicos y abdominales. Si fuera posible que en un vertebrado, por caprichosa anomalía, el nervio óptico terminara en la médula, las neuronas de ésta elaborarían, en vez de asociaciones motrices, imágenes visuales; y si la adaptación y la selección hicieran presa en un tal organismo, dichos elementos adquirirían paulatinamente la forma y la riqueza de expansiones, así como el lujo de asociaciones, que caracterizan los elementos piramidales del cerebro.

Tal es en substancia la conjetura que aventuramos, á guisa de respuesta de la pregunta antes formulada. ¡Líbrenos Dios de estimarla como explicación terminal y satisfactoria de cuestión de tanta dificultad y alcance!

En la penuria de nuestros recursos analíticos, nada podemos hacer para verificarla ó contrastarla, y por consiguiente, imposible es decir hasta qué punto se conforma con la realidad. Posible es también que se den otras condiciones actualmente inabordables, y más íntimamente relacionadas todavía con la singular y extraordinaria evolución dinámica alcanzada por el ganglio cerebroideo.

Ínterin se resuelven estas y otras transcendentales cuestiones de biología general, bueno es no cejar en la labor analítica, ni dejar enfriar el fuego sagrado de la investigación.

No sintamos impaciencias por contemplar acabado el grandioso edificio. La síntesis suprema sólo vendrá mucho más adelante, cuando todos los materiales hayan sido acopiados, y cuando ni la química ni la estructura de las células nerviosas tengan secretos para nosotros.